

# 근로자 안전을 위한 휴대용 생리모니터 시스템 개발

## A Development of Portable Bioelectric Signal Measurement System for Industrial Workers' Safety

장준근 \*, 허 응 \*, 변미경 \*, 한상휘 ☆, 김형태 \*, 김형조 \*, 김정국 \*

### Abstract

In this paper, we implement a portable bioelectric signal measurement system for the safety of industrial workers.

The developed system consists of two parts; the one is bioelectric signal measurement unit and the other is signal analyzer system with PDA. The former includes signal processing part, A/D convertor, and 8051 based microprocessor, the latter includes software for signal analysis and display.

The developed system detects industrial worker's ECG and displays and stores it to PDA. The ECG data in PDA can be transmitted to PC located in a distance, allowing a doctor to review the ECG and make a treatment decision. A doctor analyzes the ECG data and gives medical treatment to industrial worker.

### 1. 서 론

최근 고용조정에 따른 과로, 스트레스, 능력주의적인 인사관리 채택, 연봉제 도입 등으로 과로재해가 많이 발생하고 있다. 이러한 과로재해는 기업경쟁의 심화, 경쟁적인 사회구조, 목표달성을 위한 업무의 과중, 장시간근로 등에 의한 피로의 축적에서 비롯하고 있다.

본 연구에서는 산업현장에서 스트레스를 많이 받는 산업직종의 근로자를 대상으로 수시로 생리상태를 검출하여 전문의에게 근로자의 생리정보를 제공하고 적절한 처방을 지시 받을 수 있는 휴대용 생리모니터 시스템을 개발하였다. 시스템 구현은 최근 활용의 범위가 점차 확대되고 있는 PDA를 이용하였고 스트레스에 대한 생리정보의 지표로서 근로자의 ECG를 취득하여 PDA상에 도식하고 저장기능을 수행하도록 구성하였다. 또한 PDA에 저장된 ECG 신호를 근로자의 기본 정보와 함께 주 모니터 시스템으로 전송하여 전문의가 근로자의 생리상태를 분석할 수 있는 환경을 구축하였다.

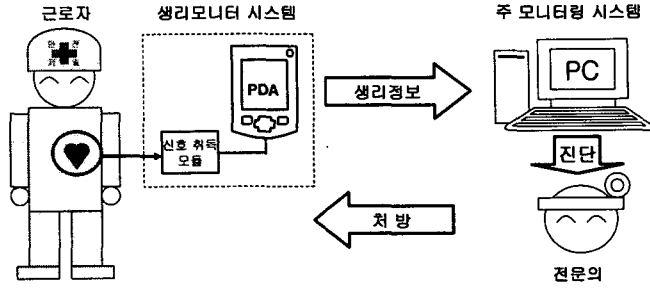
### 2. 시스템 구성

전체 시스템은 그림 1과 같이 근로자가 휴대 가능한 생리모니터 시스템과 전문의가 근로자의 생리상태를 분석하는 주 모니터 시스템으로 구성된다.

---

본 논문은 2004년 산학연 컨소시엄 공동수행사업의 지원으로 이루어 졌음

\* 명지대학교 전자공학과



<그림 1> 전체 시스템 구성

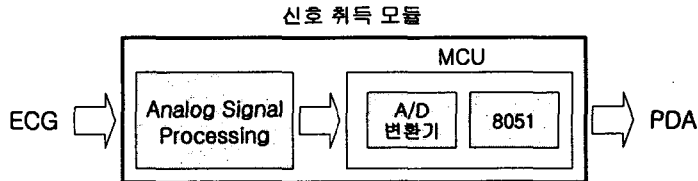
근로자는 작업현장에서 생리모니터 시스템을 휴대하며 생리모니터 시스템은 근로자의 ECG를 수시로 취득하여 근로자의 기본 정보와 함께 PDA에 저장한다. PDA상에 저장된 근로자의 생리정보는 주 모니터링 시스템으로 전송되어 데이터베이스화하고 전문의는 근로자의 생리정보를 분석하여 문제 발생시 근로자에게 적절한 처방을 지시한다.

## 2.1. 하드웨어 구성

본 논문에서 개발한 휴대용 생리모니터 시스템은 PDA와 생체 신호 취득 모듈로 구성된다. 근로자의 생체정보를 취득할 수 있는 생체 신호 취득 모듈은 소형의 회로로 제작하였고 PDA의 케이스 뒷면에 부착하여 휴대성이 용이하도록 구현하였다.

### 2.1.1. 신호 취득 모듈

신호 취득 모듈은 근로자의 생체 신호(ECG)를 검출하기 위한 소형의 회로 모듈로서, 신호처리부와 MCU로 구성된다. 휴대성을 고려하여 신호 취득 모듈은 소형의 PCB 회로로 제작하였으며, PDA 외부 케이스의 뒷면에 부착하였다. 그림 2는 신호 취득 모듈의 구성도를 나타낸 그림이다.



<그림 2> 신호 취득 모듈의 구성도

그림 2와 같이 신호 취득 모듈은 취득된 ECG를 신호 처리하기 위한 아날로그 신호처리부와 A/D 변환과 PDA간의 통신을 제어하는 MCU로 구성된다. 아날로그 신호처리부에서 신호처리를 거친 ECG 신호는 A/D 변환기에 의해 디지털 데이터로 변환되고 8051 MCU의 제어를 통해 PDA에 전송된다. A/D 변환기의 샘플링 속도는 약 120Hz로 설정하였으며 12bit의 결과 데이터를 산출한다. MCU와 PDA간은 시리얼 인터페이스로 구성하였으며 19200bps의 속도로 설정하였다.

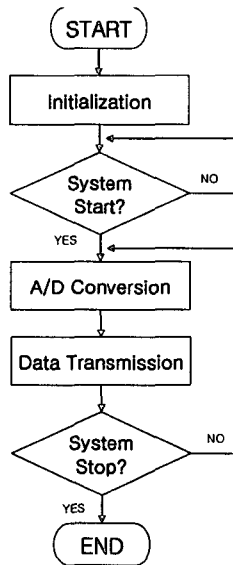
### 2.1.2. PDA

PDA는 신호 취득 모듈에 의해 취득된 ECG 데이터를 시리얼인터페이스를 통해 LCD화면에 도식하고 저장하는 기능을 수행한다. PDA는 COMPAQ사의 iPAQ H3600를 사용하였으며 운영체제는 Windows CE 3.0을 기반으로 한다.

## 2.2. 소프트웨어 구성

### 2.2.1. MCU의 시스템 흐름도

그림 3은 8051 MCU의 시스템 흐름도이다. 처음으로 Initialization 단계에서 MCU는 ADC와 UART에 대한 초기화를 수행한다. 초기화 수행이 완료되면 PDA로부터의 명령 수신을 기다리는 루틴을 수행한다. PDA로부터 “시작” 명령이 수신되면 8051 MCU는 A/D Conversion 단계로 진입하여 120Hz의 샘플링주파수로 A/D 변환을 수행한다. A/D변환이 완료하면 Data Transmission 단계로 분기하여 12bit의 결과 데이터를 PDA로 송신한다. 데이터 송신 후에는 PDA로부터의 명령 수신여부를 체크하여 “종료” 명령이 수신되었을 경우 시스템을 종료하고, 명령이 수신되지 않았을 경우는 A/D Conversion 단계부터 수행을 반복하는 형태로 구성하였다.



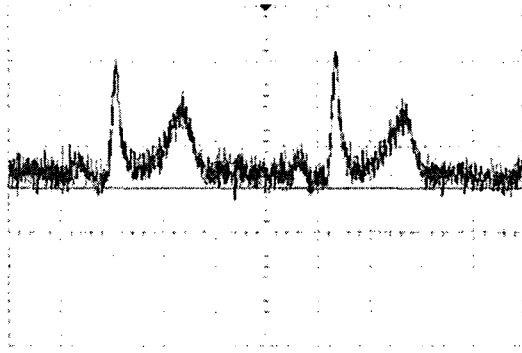
<그림 3> 시스템 흐름도

### 2.2.2. PDA 어플리케이션 프로그램의 구성

PDA 어플리케이션 프로그램은 eMbedded Visual Tool 3.0을 이용하여 개발하였다. LCD상의 기본 Panel은 Visual Basic을 이용하여 구성하였고 Windows CE가 제공하는 Win32 API 함수를 사용하여 시리얼 인터페이스를 제어하였다. 또한 신호도식과 동시에 ECG 데이터를 파일형태로 저장하여 전문의가 주 모니터 시스템에서 환자의 기본 정보와 함께 데이터분석이 가능토록 하였다.

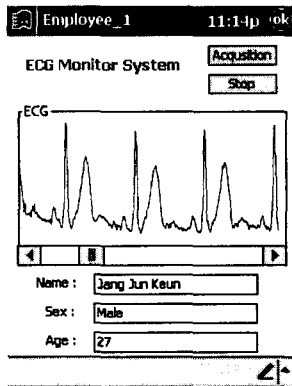
## 3. 실험 및 고찰

그림 4는 구현한 아날로그 신호처리부의 기능을 확인하기 위한 기초 실험의 결과 화면으로서, 신호처리부의 최종 출력 단에서 오실로스코프로 측정된 피검자의 ECG 파형을 보인 것이다.



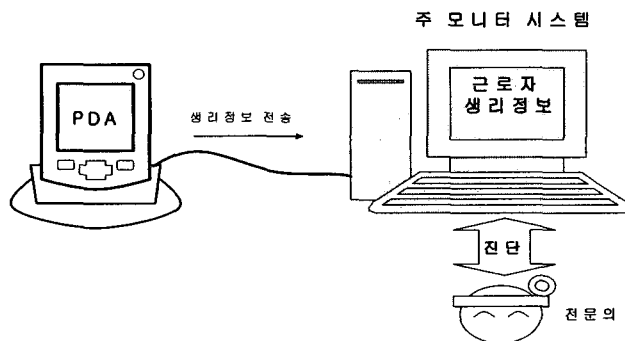
<그림 4> 아날로그 신호처리부의 출력 파형

그림 5는 PDA상에 신호처리부로부터 입력받은 ECG 신호를 도식한 화면이다. 그림과 같이 아날로그 신호처리부의 출력 파형에 존재하는 노이즈가 디지털 필터링에 의해 제거된 것을 확인할 수 있다.



<그림 5> PDA 결과 화면

신호 취득 모듈에서 취득된 ECG 데이터는 PDA상에 도식되고 동시에 근로자의 기본 정보와 함께 PDA에 저장된다. 또한 그림 6과 같이 PDA에 저장된 생리정보는 주 모니터링 시스템으로 전송하여 근로자의 진료와 처방을 위한 데이터로 사용된다.



<그림 6> 전문의 진단

#### 4. 결 론

본 논문에서는 산업현장에서 스트레스를 많이 받는 산업직종의 근로자를 대상으로 생리정보를 모니터링 하고 취득된 데이터를 기반으로 전문의가 진단할 수 있는 시스템을 구현하였다. 향후 연구과제로는 근로자와 전문의 간의 실시간 진단시스템 구축을 위해 PDA와 주 모니터 시스템과의 적절한 무선인터페이스에 대한 연구가 수반되어야 할 것이다.

#### 5. 참 고 문 헌

- [1] 김정국, 채종필, 허 용, 박재현, “블루투스 무선통신방식에 대한 의료환경에서의 신뢰성 평가”, 한국 전기전자학회, Vol. 6, No.1, pp. 65-71, 2002.
- [2] 정궁, 민흥기, 이용혁, 홍승홍, “휴대 단말기상의 프로그래머블 가상 머신을 이용한 심전도(ECG) 신호 모니터링 시스템”, 대한전자공학회, Vol. 26, No.1, pp. 2899-2902, 2003.
- [3] 앤슬래시닷컴, “Windows CE Programming”, 삼양, pp. 375-386, 2001.
- [4] <http://www.msdn.microsoft.com/library>